

Réseau Piscicole de La Réunion 2000/2007 : mise en place d'outils d'interprétation de la qualité des peuplements



Rédaction :

M. RICHARSON, P. VALADE, P. BOSCH (ARDA)
J.M. OLIVIER (LEHF, UMR CNRS 5023)

Juin 2008

Le Réseau Piscicole de La Réunion est une co-réalisation de :



Sommaire

Sommaire	2
I. Introduction.....	3
II. Établissement d'une grille de notation des paramètres	4
II.1. Typologie et zonation des bassins versants.....	4
II.2. Choix de paramètres descripteurs des peuplements - rappel	6
II.3. Notation des paramètres.....	7
II.3.1. Densité en <i>Sicyopterus lagocephalus</i>	9
II.3.2. Densité en <i>Cotylopus acutipinnis</i>	10
II.3.3. Espèces de poissons accompagnatrices.....	11
II.3.4. Densité en macro crustacés	12
II.3.5. Richesse en macro crustacés.....	13
III. Inter dépendance et variabilité des paramètres établis.....	14
V.1. Résultats des analyses d'interdépendance et de variabilité des paramètres. 15	
V.2. Conclusion sur l'analyse de l'interdépendance et la variabilité des paramètres.....	23
VI Conclusion Générale.....	24
Annexe	25

I. Introduction

Depuis 2000, le Réseau Piscicole de La Réunion apporte des résultats sur l'état des peuplements de poissons et de macro crustacés : liste des espèces observées, densité des peuplements, structure en taille des principales populations, ...

En parallèle, un des objectifs de la DCE est de disposer d'indicateurs (métriques) permettant d'évaluer la qualité de ces peuplements par rapport à un état de référence. A La Réunion, l'établissement de ces indicateurs est rendu difficile, voire impossible par :

- le manque de données antérieures à 2000,
- les lacunes dans la connaissance de la biologie et l'écologie des espèces (âge, taille à maturité, structures de référence, ...).

Aussi, pour pallier à ces manques, il est apparu nécessaire de **sélectionner des paramètres simples de description de la qualité des peuplements** et d'en proposer des **valeurs de référence sur la période 2000-2007**. Les modalités de traitement et d'interprétation des données proposées sont alors valides :

- sur les milieux échantillonnés,
- par rapport à la période étudiée.

En 2007 (ARDA - Réseau Piscicole 2006), un premier travail d'interprétation des résultats observés de 2000 à 2006 nous a amenés à sélectionner 5 paramètres descripteurs de la qualité du peuplement :

- la densité en bouches rondes *S. lagocephalus*,
- la densité en bouches rondes *C. acutipinnis*,
- la présence d'espèces dites « accompagnatrices »,
- la densité en macro crustacés,
- la richesse en espèces de macro crustacés.

Sur la base des données recueillies de 2000 à 2007, nous proposons dans le cadre du présent rapport la validation d'une méthodologie de notation des différents paramètres, de façon à proposer des valeurs de référence sur la période d'étude.

II. Établissement d'une grille de notation des paramètres

En vue de définir des grilles de notation de paramètres de la qualité des peuplements de poissons et de macro crustacés, nous proposons dans un premier temps de définir différents types de rivières, ainsi que des zones de calibration de ces paramètres. Nous présentons ensuite une méthodologie de calcul ainsi que les grilles de notations résultantes.

II.1. Typologie et zonation des bassins versants

Une première typologie de 12 des rivières pérennes a été proposée par Olivier & al, (2004) sur la base des peuplements de poissons observés dans le cadre du RP de 2000 à 2004 :

Type	Espèces caractéristiques	Bassin versants
I - Rivières de type cirques ou pseudo-cirques	<i>S. lagocephalus</i> , <i>C. acutipinnis</i>	Pluies, Mât, Marsouins, Est, Langevin, Saint Etienne,
II - Rivières intermédiaires du Nord	<i>A. marmorata</i> , <i>A. commersoni</i> , <i>Eleotris sp.</i>	Ste Suzanne, St Jean, Roches
III* - Rivières à peuplement exotique dominant	<i>P. reticulata</i> , <i>X. hellerii</i>	St Denis, St Gilles, Galets.

Tableau I – Type de rivières et espèces caractéristiques

*: Les rivières de type III sont proches morphologiquement des rivières de type I, mais les peuplements qui y ont été observés de 2000 à 2004 montrent une dominance d'espèces exotiques. A ce titre, les résultats obtenus sur ces stations seront traités à part.

Cette typologie est utilisée dans le cadre du présent travail. La rivière des Remparts n'a pas été prise en compte par Olivier & al (2004). Le peuplement observé sur ce bassin en 2007 montre qu'il s'agit d'une rivière de type I (rivière de pseudo-cirque à dominance de *S. lagocephalus* et de *C. acutipinnis*).

Ensuite, la distribution longitudinale des peuplements a été prise en compte sur chaque bassin versant par le découpage en trois zones :

- Zone aval. Cette zone est d'un accès aisé par les espèces depuis la mer, elle ne présente pas d'obstacle naturel majeur à la libre circulation en aval.
- Zone intermédiaire. Cette zone se matérialise en aval par les premières ruptures de pentes depuis l'embouchure ou la présence d'un cassé limitant la progression des espèces dotées des plus faibles capacités de montaison,
- Zone amont. Cette zone est d'accès limité pour la plupart des espèces, soit par éloignement à la mer, soit par la présence d'obstacles difficilement franchissables.

La répartition des stations dans les différents types de rivières et les différentes zones est indiquée dans le tableau II :

Type de Bassin Versant	Bassin versant	Station	Zone aval	Zone intermédiaire	Zone amont
III	Saint-Denis	STDENIS		+	
I	Pluies	PLUIE 0 PLUIE 1	+	+	
II	Saint-Suzanne	STESUZ	+		
II	Saint-Jean	STJEAN STJEAN 1	+		
I	Mât	MAT 0 MAT 1 MAT 2 MAT 3 FLJA	+	+	+
II	Roches	ROC 1 ROC 2 BPAN 1 BPAN 2	+	+	
I	Marsouins	MARS 1 MARS 2 MARS 3	+	+	
I	Est	EST		+	
I	Langevin	LANG 1 LANG 2 LANG 3		+	+
I	Remparts	REMPART	+		
I	Saint-Etienne	STETIEN BPLA 1 BPLA 2 GDBASS	+	+	+
III	Saint-Gilles	STGIL		+	
III	Galets	GAL 1		+	
TOTAL			11	14	4

Tableau II - Répartition des stations du Réseau Piscicole de La Réunion selon la zonation longitudinale des peuplements

II.2. Choix de paramètres descripteurs des peuplements - rappel

Cinq paramètres descripteurs ont été choisis à partir des données des recensements réalisés depuis 2000 (ARDA - Réseau Piscicole 2006). Ces paramètres sont :

- la **densité en *Sicyopterus lagocephalus*** : c'est le poisson le plus commun des rivières réunionnaises. Sur les 8 années d'échantillonnage du RP, sa fréquence d'occurrence est de 100 %. Les densités observées peuvent être très fortes, jusqu'à 1 000 ind./100 m² dans les zones aval. De plus, cette espèce domine largement le peuplement de poissons. Ces caractéristiques font de *S. lagocephalus* un paramètre indicateur de l'abondance du peuplement de poissons ;

- la **densité en *Cotylopus acutipinnis*** : c'est la deuxième espèce de poisson la plus représentée à La Réunion avec une occurrence dépassant les 80%. Les distributions longitudinale et altitudinale de cette espèce sont également très larges (par rapport à *S. lagocephalus*). Cette espèce présente, en plus, l'intérêt d'être une espèce endémique des Mascareignes. *C. acutipinnis* est choisi ici comme indicateur patrimonial ;

- le **nombre d'espèces de poissons accompagnatrices** : ces espèces accompagnent (ou non) les espèces les plus courantes (*S. lagocephalus*, *C. acutipinnis*, et *A. marmorata* sur les zones aval et intermédiaire, et *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis* en zone amont). Par leur présence ou leur absence, ces espèces indiquent un niveau de fonctionnement du milieu (fonctionnement biologique minimum) ;

- la **densité en macro crustacés** : selon la zone de rivière, le peuplement de macro crustacés est dominé par *M. australe* (zone aval – 57% du peuplement) ou *A. serrata* (zone intermédiaire et amont, respectivement 40% et 96% du peuplement). Sur les zones de rivière où elles dominent le peuplement, la densité de *M. australe* ou de *A. serrata* sera retenue comme indicateur de l'abondance du peuplement de macro crustacés.

- le **nombre d'espèces de macro crustacés** : 7 espèces de macro crustacés ont été recensées dans le cadre du Réseau Piscicole de 2000 à 2007. La biologie et l'écologie de ces populations restent très méconnues. Toutefois, nous avons associé la richesse spécifique en macro crustacés à un niveau de fonctionnement du milieu (fonctionnement biologique minimum).

L'objectif est de fournir des indicateurs représentatifs des caractéristiques des peuplements de poissons et de macro-crustacés en fonction du bassin versant et de la position longitudinale des stations considérées ; L'information apportée par ces indicateurs est forcément réductrice par rapport à la complexité réelle.

II.3. Notation des paramètres

Sur la base des données d'inventaires des années 2000 à 2007, un barème individuel a été établi pour chacun des 5 paramètres à partir du découpage en quartiles (ou boîte à moustaches). La règle de notation adoptée est la suivante :

- 0 : en-deçà de la moustache inférieure,
- 1 : entre la moustache inférieure et le premier quartile,
- 2 : dans l'écart interquartile,
- 3 : au-delà du troisième quartile.

Une grille de notation a ainsi été définie suivant les types de bassin versant (I ou II) et de zone (aval, intermédiaire ou amont) considérés. Les stations des rivières de Type III ont été écartées de ce traitement. Par la suite, elles seront notées sur la base des critères établis pour les bassins de type I.

La figure suivant illustre le découpage en 4 notes (0 à 3) du paramètre "densité en *S. lagocephalus*" sur les bassins de Type I, pour les zones aval, intermédiaire et amont :

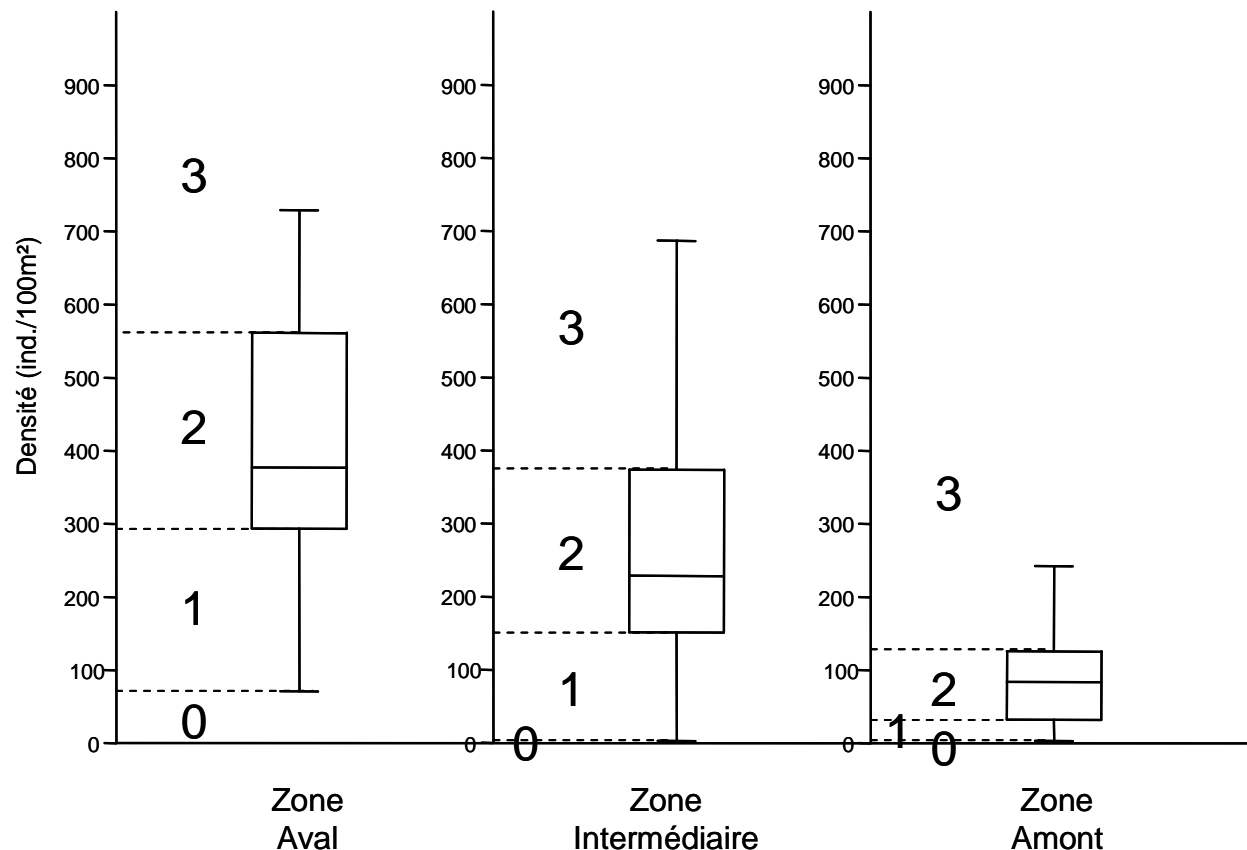


Figure 1 –Découpages en quartiles des densités observées en *S. lagocephalus* sur les rivières de type I au cours de la période 2000-2007, et illustration des limites d'attribution des notes (0 à 3).

Cette méthode de découpage a été testée sur les paramètres "densité en *S. lagocephalus*" et "densité en *C. acutipinnis*": il apparaît que les populations de référence (et la règle de décisions) sont acceptables (Dufour et Olivier, 2008, Annexe 1).

Toutes les grilles ont été établies suivant la même méthodologie, à partir du traitement statistique des chroniques de données 2000-2007 associées à un paramètre, pour un type de bassin versant et un cours de rivière donnés. Au final, 4 types de chroniques ont été traités :

- chroniques relatives aux stations du cours inférieur des bassins versants de type I;
- chroniques relatives aux stations du cours moyen des bassins versants de type I;
- chroniques relatives aux stations du cours supérieur des bassins versants de type I;
- chroniques relatives aux stations du cours inférieur des bassins versants de type II.

La suite du rapport détaille pour chaque paramètre les valeurs des bornes obtenues à partir de ce découpage.

Par la suite, selon les préconisations de la DCE (2000-26), nous avons fait la somme des notes obtenues pour chacun des cinq paramètres, attribuant ainsi au peuplement d'une station une note sur 15. Nous avons associé cette note globale à un état relatif :

- "Mauvais" : [0 à 3[. Cette note correspond aux stations dont la qualité relative du peuplement est insuffisante par rapport à l'état observé entre 2000 et 2007.
- "Médiocre" : [3 à 6[
- "Moyen" : [6 à 9[
- "Bon" : [9 à 12[
- "Très bon" : 12 et plus.

Une validation de l'établissement de cette note globale est proposée en partie V du présent rapport (Inter dépendance et variabilité des paramètres établis).

II.3.1. Densité en *Sicyopterus lagocephalus*

A partir du découpage en quartiles des densités en *S. lagocephalus* observées sur les stations du RP de 2000 à 2007, suivant le type de bassin versant et la zone de rivière considérés, nous avons obtenu le barème suivant :

Type de BV	Note du critère / Zone	0	1	2	3
Type I	Zone aval	$\leq 70,97$	] 70,97 - 301,3 ]	] 301,3 - 561,2]	561,2 <
	Zone intermédiaire	$\leq 4,42$	] 4,42 - 156,3 ]	] 156,3 - 361]	361 <
	Zone amont	$\leq 11,81$	] 11,81 - 43,22 ]	] 43,22 - 127,7]	127,7 <
Type II	Zone aval	$\leq 6,04$	] 6,04 - 77,11 ]	] 77,11 - 229,2]	229,2 <

Tableau III - Barème brut pour la densité observée en *S. lagocephalus*, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(unité : nombre d'individus / 100 m²)

Pour des raisons pratiques, et étant donnés les ordres de grandeur considérés, nous avons arrondi ces valeurs à la dizaine (unité ind./100 m²), ce qui donne le barème suivant :

Type de BV	Note du critère / Zone	0	1	2	3
Type I	Zone aval	≤ 70	] 70 - 300 ]	] 300 - 560]	560 <
	Zone intermédiaire	≤ 10	] 10 - 160 ]	] 160 - 360]	360 <
	Zone amont	≤ 10	] 10 - 40 ]	] 40 - 130]	130 <
Type II	Zone aval	≤ 10	] 10 - 80 ]	] 80 - 230]	230 <

Tableau IV - Barème final pour la densité observée en *S. lagocephalus*, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(unité : nombre d'individus / 100 m²)

II.3.2. Densité en *Cotylopus acutipinnis*

A partir du découpage en quartile des densités en *C. acutipinnis* observées sur les stations du RP de 2000 à 2007, et suivant le type de bassin versant et la zone de rivière considérés, nous avons établi le barème présenté dans le tableau suivant :

Type de BV	Note du critère		0	1	2	3
	Zone					
Type I	Zone aval		0	] 0 – 8,7 ]	] 8,7 – 97,37]	97,37 <
	Zone intermédiaire		0	] 0 – 24,85 ]	] 24,85 – 181]	181 <
	Zone amont		≤ 0,38	] 0,38 – 2,18 ]	] 2,18 – 15,27]	15,27 <
Type II	Zone intermédiaire		0	] 0 – 1,6 ]	] 1,6 – 25,24]	25,24 <

Tableau V - Barème brut pour la densité observée en *C. acutipinnis*, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(unité : nombre d'individus / 100 m²)

Pour des raisons pratiques, nous avons arrondi ces valeurs à l'unité, ce qui donne le barème suivant :

Type de BV	Note du critère		0	1	2	3
	Zone					
Type I	Zone aval		0	] 0 – 9 ]	] 9 – 97]	97 <
	Zone intermédiaire		0	] 0 – 25 ]	] 25 – 181]	181 <
	Zone amont		0	] 0 – 2 ]	] 2 – 15]	15 <
Type II	Zone intermédiaire		0	] 0 – 2 ]	] 2 – 25]	25 <

Tableau VI - Barème final pour la densité observée en *C. acutipinnis*, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(unité : nombre d'individus / 100 m²)

II.3.3. Espèces de poissons accompagnatrices

Nous avons défini les espèces accompagnatrices de poissons comme les espèces indigènes dont la fréquence d'apparition moyenne sur la période 2000-2007 sur l'ensemble des stations de la zone est comprise entre 10 et 80%, bouches-rondes exclus. Ainsi, nous avons retenu 7 espèces en zone aval, 4 en zone intermédiaire et 2 en zone amont :

Code	Nom	cours inférieur	cours moyen	cours supérieur
ABI	<i>A. bicolor</i>	OUI	-	-
ELM	<i>E. mauritiana</i>	OUI	-	-
KUL	<i>K. rupestris</i>	OUI	-	-
MIC	<i>M. brachyurus m.</i>	OUI	-	-
STE	<i>S. polyzona</i>	OUI	-	-
AGO	<i>A. telfairii</i>	OUI	OUI	-
AMO	<i>A. mossambica</i>	OUI	OUI	OUI
AWA	<i>A. commersoni</i>	+	OUI	-
ELF	<i>E. fusca</i>	+	OUI	-
AMA	<i>A. marmorata</i>	+	+	OUI
Nombre d'espèces accompagnatrices		7	4	2

Tableau VII - Liste des espèces accompagnatrices par zone.

OUI : espèce accompagnatrice, - : espèce dont la fréquence d'apparition est inférieure à 10% sur la zone, + : espèce dont la fréquence d'apparition est supérieure à 80% sur la zone.

Le tableau ci-dessous présente le barème établi à partir du découpage en quartiles de la distribution des valeurs observées du nombre de ces espèces, sur l'ensemble des stations du RP de 2000 à 2007 :

Type de BV	Note du critère				
	Zone	0	1	2	3
Type I	Zone aval	0	] 0 - 1 ]	] 1 - 3]	3 <
	Zone intermédiaire	0	0	] 0 - 1]	1 <
	Zone amont	0	0	] 0 - 1]	1 <
Type II	Zone aval	≤ 1	] 1 - 3 ]	] 3 - 4]	4 <

Tableau VIII - Barème pour la richesse en espèces accompagnatrices de poissons, par type de bassin versant et par zone de rivière.

Nous avons légèrement modifié ce barème, afin de le faire correspondre davantage aux observations effectuées sur le terrain. Au final, nous avons adopté le barème suivant :

Type de BV	Note du critère				
	Zone	0	1	2	3
Type I	Zone aval	0	1	2 ou 3	4 et plus
	Zone intermédiaire	0	1	2	3 et 4
	Zone amont	0		1	2
Type II	Zone aval	0 ou 1	2 ou 3	4	5 et plus

Tableau IX - Barème final pour la richesse en espèces accompagnatrices de poissons, par type de bassin versant et par zone de rivière.

II.3.4. Densité en macro crustacés

Chez les macro crustacés, nous avons défini le critère d'abondance comme la densité en *Macrobrachium australe* sur la zone aval, et en *Atyoida serrata* sur les zones intermédiaires et amont.

Le tableau ci-dessous présente le barème établi à partir du découpage en quartiles de la distribution des valeurs observées de densités pour ces espèces sur l'ensemble des stations du RP de 2000 à 2007 :

Type de BV	Zone \ Note du critère	0	1	2	3
		Type I	Zone aval*	0] 0 – 0,45 ]	] 0,45 – 41,47 ]	41,47 <
	Zone intermédiaire**	0	] 0 – 0,52 ]	] 0,52 – 82,52]	82,52 <
	Zone amont**	0	] 0 – 0,06 ]	] 0,06 – 16,1]	16,1 <
Type II	Zone aval*	≤ 0,46	] 0,46 – 9,78 ]	] 9,78 – 39,84]	39,84 <

Tableau X - Barème pour la densité en macro crustacés, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(* *M. australe*, ** *A. serrata*. Unité : nombre d'individus / 100 m²)

Pour des raisons pratiques, nous avons arrondi ces valeurs à l'unité :

Type de BV	Zone \ Note du critère	0	1	2	3
		Type I	Zone aval*	0] 0 – 1]
	Zone intermédiaire**	0	] 0 – 1 ]	] 1 – 83]	83 <
	Zone amont**	0	] 0 – 1 ]	] 1 – 16]	16 <
Type II	Zone aval*	≤ 1	] 1 – 10 ]	] 10 – 40]	40 <

Tableau XI - Barème final pour la densité en macro crustacés, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(* *M. australe*, ** *A. serrata*. Unité : nombre d'individus / 100 m²)

II.3.5. Richesse en macro crustacés

Le tableau ci-dessous présente le barème établi à partir du découpage en quartiles de la distribution des valeurs de richesses en macro crustacés (7 espèces) observées sur l'ensemble des stations du RP de 2000 à 2007 :

Type de BV	Note du critère Zone	0	1	2	3
Type I	Zone aval	0	]0 – 2]	]2 – 4]	< 4
	Zone intermédiaire	0	]0 – 1]	]1 – 3]	< 3
	Zone amont	0	]0 – 0,25]	]0,25 – 1]	< 1
Type II	Zone aval	≤ 1	]1 – 2]	]2 – 3]	< 3

Tableau XII - Barème brut pour la richesse en macro crustacés, par type de bassin versant et par zone de rivière.

Nous avons arrondi ces valeurs brutes à l'unité, ce qui donne le barème final suivant :

Type de BV	Note du critère Zone	0	1	2	3
Type I	Zone aval	0	1 ou 2	3 ou 4	5 et plus
	Zone intermédiaire	0	1	2 ou 3	4 et plus
	Zone amont	0	*	1	2 et plus
Type II	Zone aval	0 ou 1	2	3	4 et plus

Tableau XIII - Barème final pour la densité en macro crustacés, par type de bassin versant et par zone de rivière.

(* Pour la zone amont, seules 2 espèces ont été observées sur la période 2000-2007, ce qui rend impossible le découpage en 4 classes. La note 1 n'a alors pas été attribuée pour ce paramètre sur cette zone)

III. Inter dépendance et variabilité des paramètres établis

Le choix des différents paramètres descripteurs de la qualité des peuplements a été établi « à dire d'expert ». Aussi, nous nous attachons ici à tester leur interdépendance ainsi que leur lien avec la note globale établie.

Les analyses ont porté sur les 2 types de bassins versants I et II. Il est à noter que les bassins versants de la Ravine Saint-Gilles, de la rivière des Galets et de la rivière Saint-Denis ont dans un premier temps été définis comme un type à part, correspondant à des milieux fortement perturbés. Ces trois bassins versants ont été ajoutés aux rivières de cirques par souci de simplicité.

Au total, l'analyse porte sur 144 couples stations/années de Type I ou Type III et 46 couples stations/années de Type II. Le tableau suivant présente les données utilisées dans le cadre de l'analyse :

Type de bassin	Zone	Nombre de stations/années	Fréquence
Type I, Rivières de cirques (et pseudo-cirques) : Langevin, Est, Mât, Saint-Etienne, Marsouins, Pluies, et Type III, Rivières à peuplements exotiques : Saint-Gilles, Galets et Saint-Denis	Aval	25	0.1316
	Intermédiaire	87	0.4579
	Amont	32	0.1684
Sous-total Type I et III		144	0.758
Type II, versants intermédiaires nord : Roches, Saint-Jean, Sainte-Suzanne	Aval	42	0.2211
	Intermédiaire	4	0.02105
	Amont	-	-
Sous-total Type II		46	0.242
TOTAL		190	1

Tableau XIV – Présentation synthétique des données utilisées pour les analyses

V.1. Résultats des analyses d'interdépendance et de variabilité des paramètres

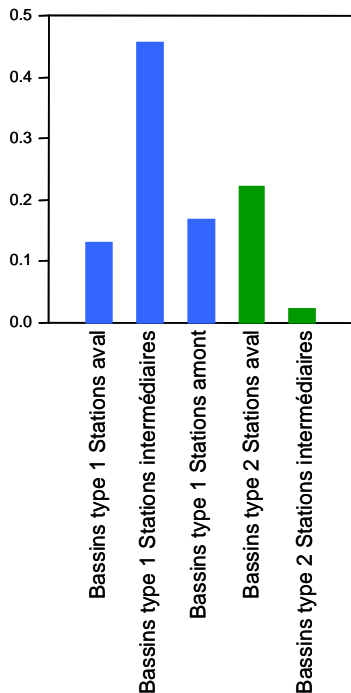


Figure 2 : Fréquence des différents types de couples bassins-types de stations dans le jeu de données sur la période 2000-2007

L'ACP normée du tableau 190 pêches x 5 variables (densité SIC - *S. lagocephalus*, densité COA - *C. acutipinnis*, présence d'espèces accompagnatrices, densité en macro-crustacés, richesse spécifique en macro-crustacés) montre une bonne corrélation entre les densités de SIC et de COA d'une part et entre les trois autres variables d'autre part (figure 3). Les trois premiers facteurs de l'analyse décrivent 79% de l'inertie du jeu de données (F1 : 36%, F2 : 26%, F3 : 17%).

Cette Analyse révèle une très grande hétérogénéité dans les pêches qui sera analysée plus loin (analyses inter et -intra classes) (figures 4 & 5).

Remarque : la note globale affectée à chaque pêche n'est corrélée avec aucun des 3 premiers axes.

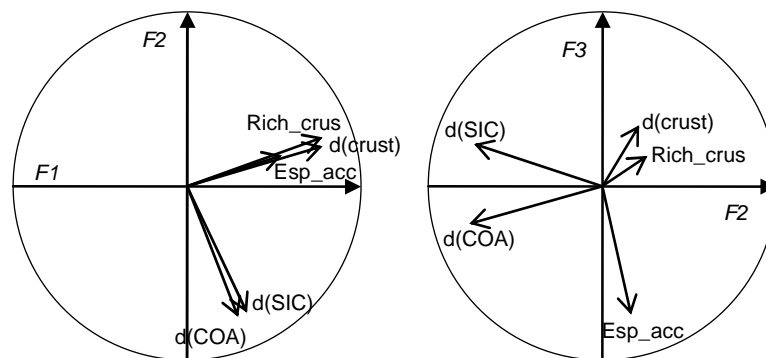


Figure 3 : cercles des corrélations des variables (à gauche F1x2, à droite F2xF3)

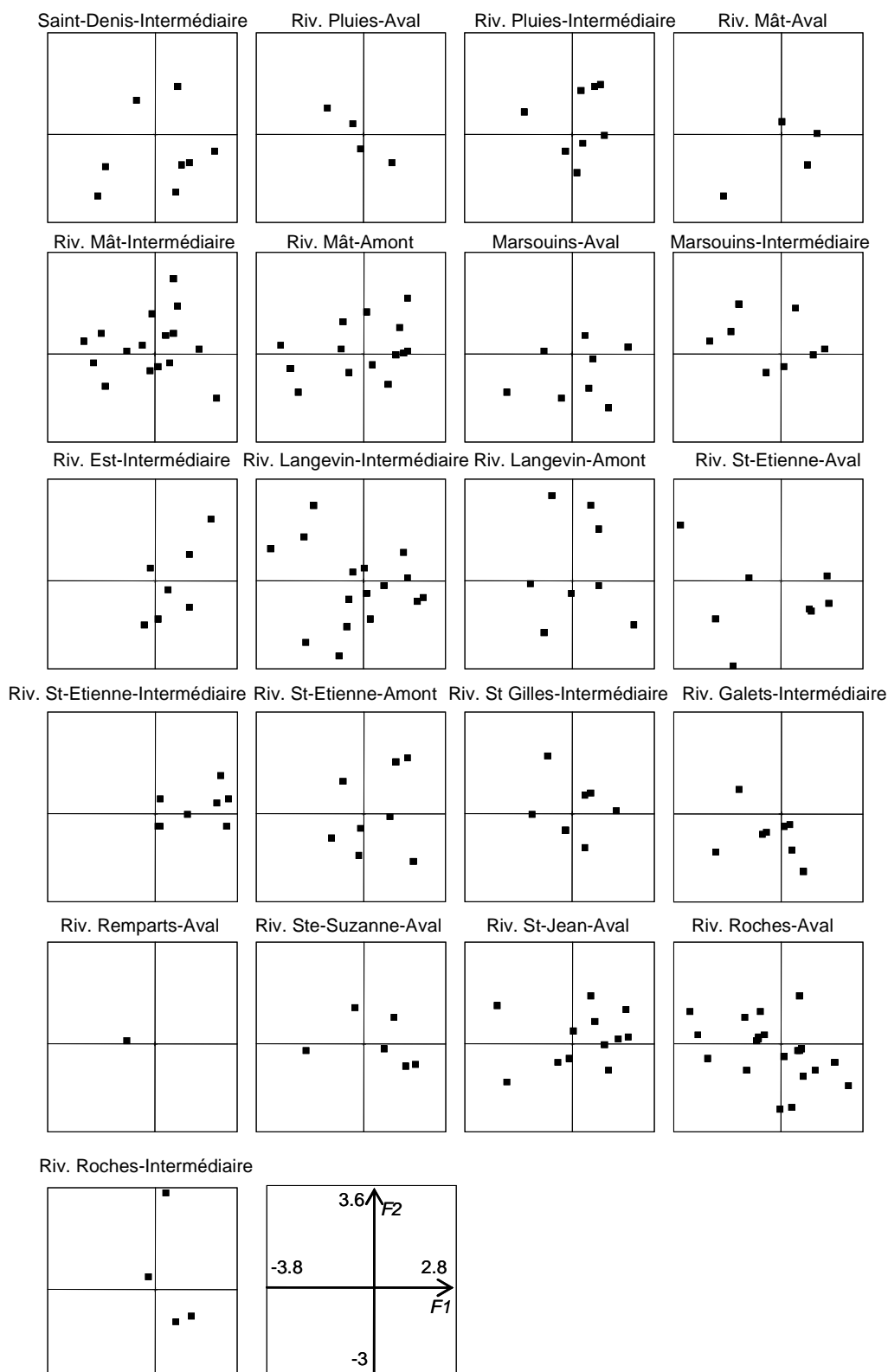


Figure 4 : plan F1 x F2 de l'ACP normée du tableau (190 pêches x 5 variables), les résultats sont triés par bassin et type de station (amont- intermédiaire – aval). Chaque point représente une pêche réalisée dans une station donnée à une date donnée.

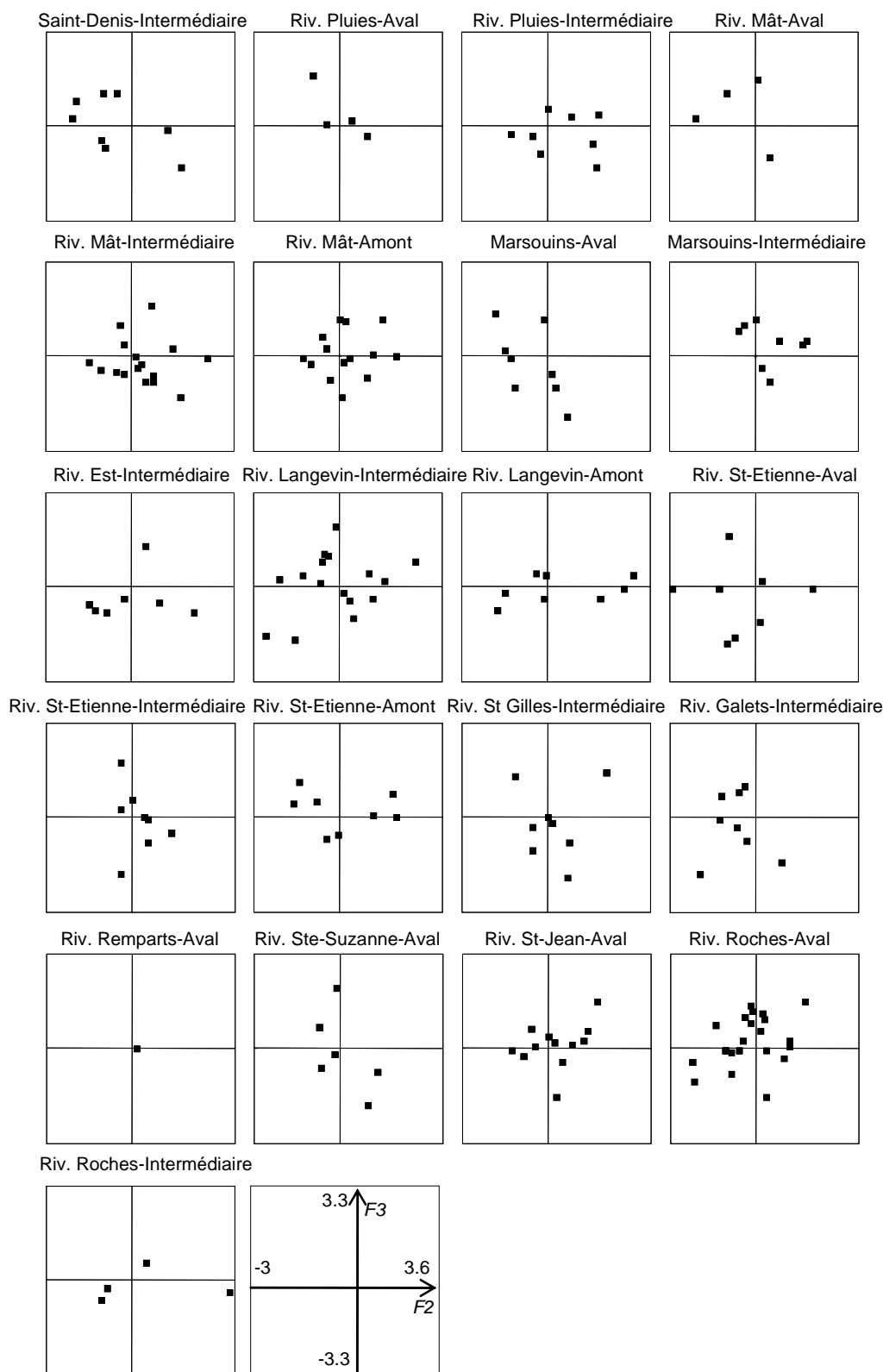


Figure 5 : plan F2 x F3 de l'ACP normée du tableau (190 pêches x 5 variables), les résultats sont triés par bassin et type de station (amont- intermédiaire – aval). Chaque point représente une pêche réalisée dans une station donnée à une date donnée.

Une analyse (ACP normée) de la variabilité inter et intra – position (amont – intermédiaire - aval) réalisée sur les bassins de type I (Rivières de cirque (et pseudo-cirques) : Langevin, Est, Mât, Saint-Etienne, Marsouins, Pluies. & Saint-Gilles, Galets et Saint-Denis) montre :

- que la variabilité inter-position (différences entre les stations suivant leur position sur longitudinal à l'intérieur des bassins versants) ne représente que 6% de la variabilité totale (liée à la position) ;
- que la variabilité temporelle à l'intérieur des groupes de stations (définis par leur appartenance à une position sur le gradient amont-aval) représente 94% de la variance du jeu de données ;
- que le test (random matching: 1000 permutations) montre que la différence entre les groupes (variabilité inter-positions) est statistiquement significative.

Les résultats majeurs de cette analyse inter-positions sont principalement résumés par le premier facteur de l'analyse :

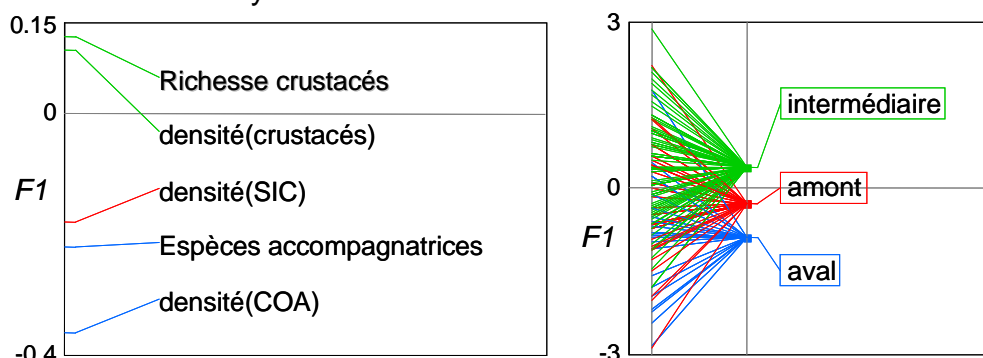


Figure 6 : à droite, ordination des groupes de stations (selon leur position sur le gradient longitudinal) sur le premier axe de l'ACP inter-positions (décrivant 84% de l'inertie de l'analyse) ; à gauche, ordination des 5 variables sur le premier axe de l'ACP inter-positions.

L'analyse montre que les stations amont sont principalement caractérisées par leurs (relativement) fortes densités en *S. lagocephalus*. Dans les stations aval, les plus fortes densités en *C. acutipinnis* et en espèces accompagnatrices sont les principales caractéristiques. La présence de macro-crustacés est en revanche une particularité des stations intermédiaires.

L'analyse intra-positions a pour objectif de maximiser la variabilité au sein de chacun des 3 groupes de stations (= variabilité temporelle + variabilité liée au bassin versant). Pour plus de lisibilité, les résultats de l'analyse sont exprimés par bassin versant et par groupes de stations en fonction de leur position le long du profil longitudinal (amont – intermédiaire - aval) (figures 7 & 8).

Les résultats montrent à la fois une hétérogénéité en fonction du bassin versant et en fonction de l'année d'échantillonnage pour un même groupe de stations (amont – intermédiaire - aval) tout en confirmant la tendance générale décrite précédemment :

- les stations amont sont plutôt caractérisées par des densités importantes en *S. lagocephalus* et peu d'espèces accompagnatrices et de macro-crustacés (avec des exceptions pour le bassin de la Rivière du Mât en 2004, 2005 et 2007 et pour les stations du bassin de la Rivière Saint-Etienne) ;
- au sein des stations intermédiaires, une grande hétérogénéité existe, notamment pour les bassins du Mât, Langevin et Saint-Etienne, mais d'une manière générale, les densité et la richesse spécifique en macro-crustacés sont plus importantes que pour les stations amont ;

- l'hétérogénéité est importante dans les stations aval dans les bassins des Pluies et du Mât.

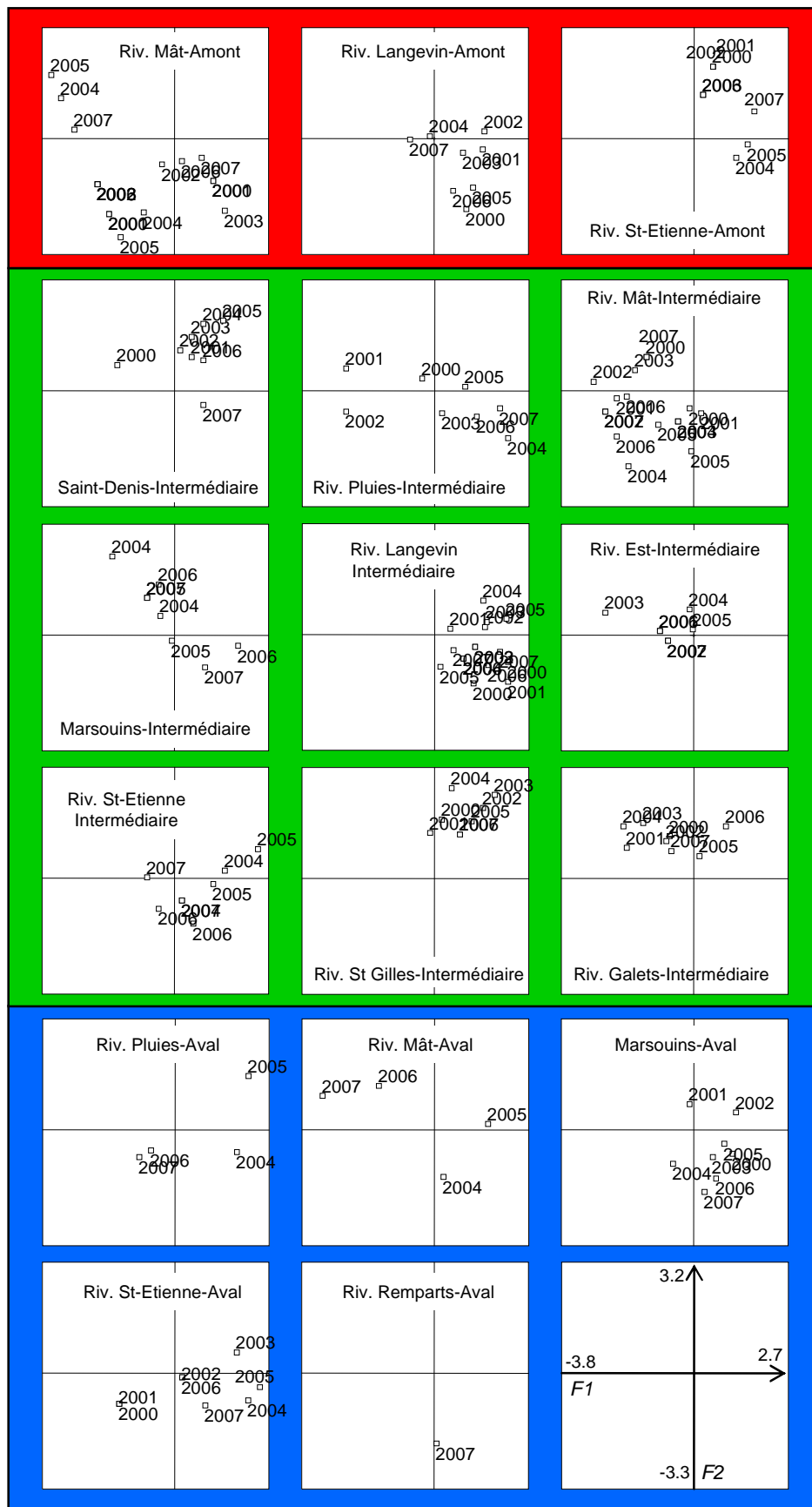


Figure 7 : plan F1 x F2 de l'ACP intra-positions, représentation des relevés identifiés par la date d'échantillonnage (année), les deux premiers axes décrivent 66% de la variabilité intra-classes. Les données sont présentées par groupes de pêches effectuées dans une même zone le long du profil longitudinal.

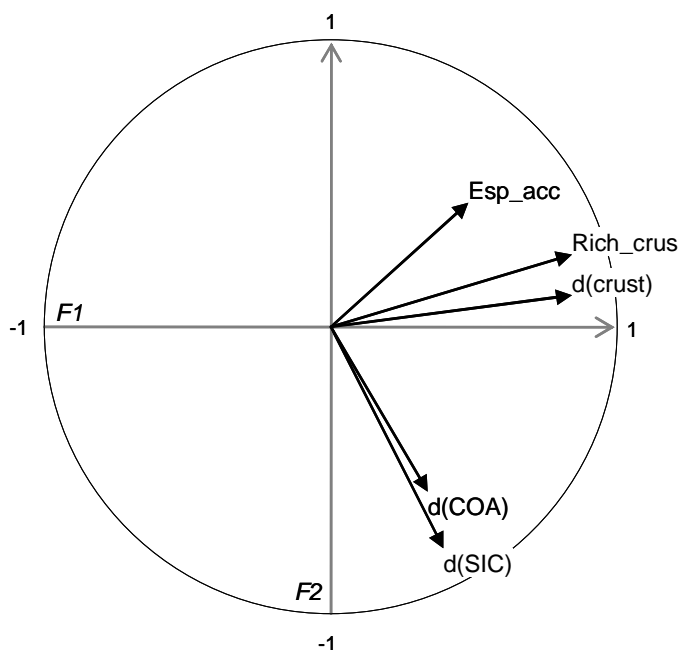


Figure 8 : cercle des corrélations (plan 1 x 2) de l'ACP intra-positions. Le premier axe discrimine les relevés en fonction des valeurs de richesse spécifique et de densité en macro-crustacés, les espèces accompagnatrices sont corrélées à ces deux variables, l'axe 2 discrimine les relevés en fonction des valeurs de densité en SIC et COA (variables très corrélées).

Le facteur 3 de cette analyse intra-classes confirme les résultats précédents en mettant en évidence les critères spécifiques à certaines stations. La figure 9 illustre quelques particularités de certains groupes de stations. L'amont du bassin de la rivière Saint-Etienne (Grand Bassin) est quelque peu atypique avec des valeurs « d'espèces accompagnatrices », de densité et richesse spécifique en crustacés relativement élevées.

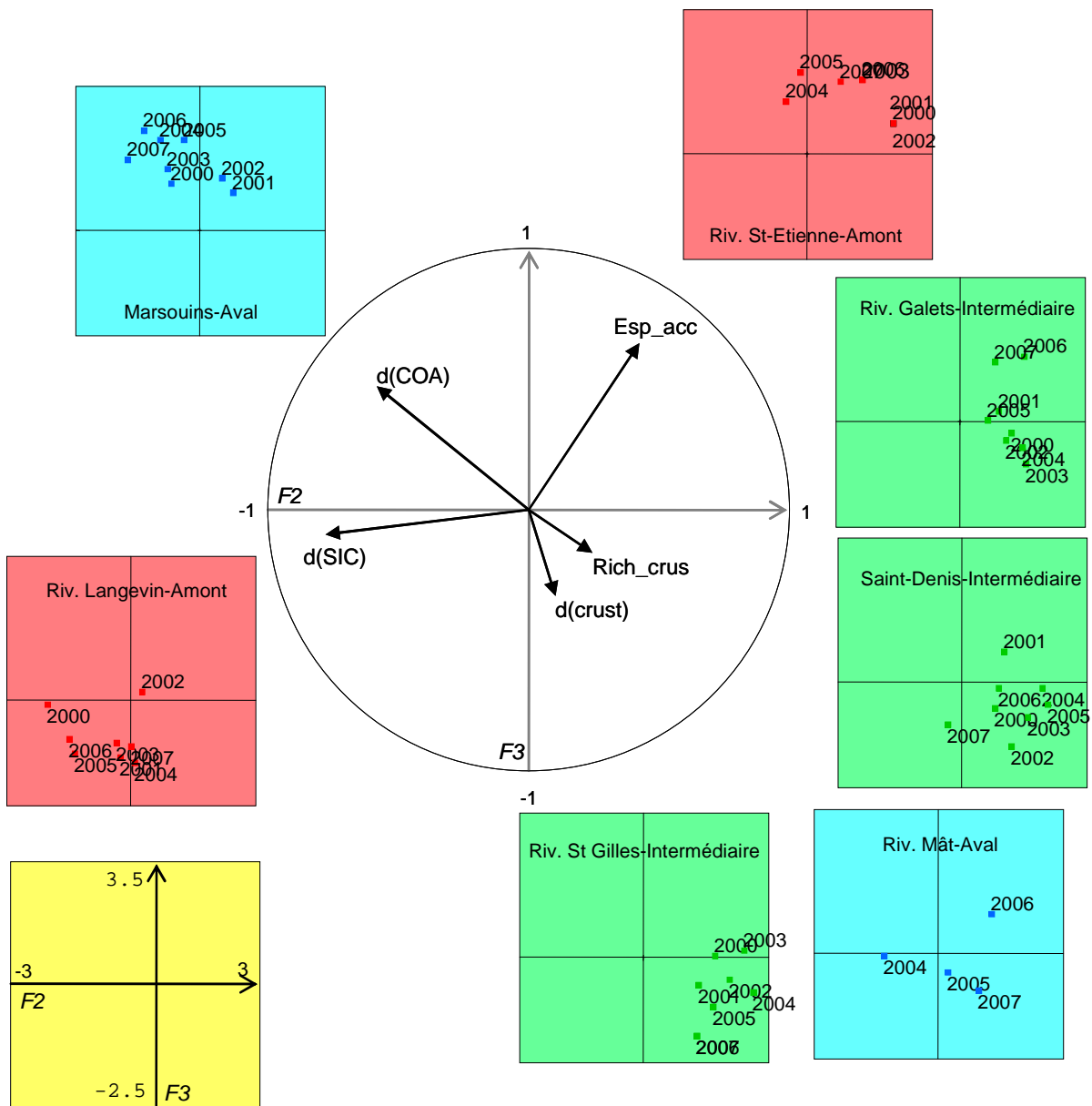


Figure 9 : au centre : cercle des corrélations des 5 variables (F1 x F3) de l'ACP intra-classes (position sur le profil longitudinal) ; en périphérie, quelques exemples caractéristiques de l'ordination des stations dans le plan 1 x 3 de cette ACP.

V.2. Conclusion sur l'analyse de l'interdépendance et la variabilité des paramètres

L'affectation des 5 notes basées sur des critères définis selon avis d'experts permet de classer les stations des différents bassins versants en fonction du type de bassin versant et de la position des stations sur le profil longitudinal des cours d'eau. Néanmoins, l'ordination des pêches réalisées entre 2000 et 2007 en utilisant ces 5 variables met en évidence une très forte variabilité au sein des groupes de stations. Cette variabilité est définie par les caractéristiques propres de chacun des bassins versants et par une composante temporelle importante, propriété intrinsèque de ces systèmes tropicaux instables. Cette variabilité est théoriquement intégrée dans la méthode de calcul des notes, mais il faudra apporter une attention très particulière à l'amplitude de ces variations dans les années à venir et à l'interprétation qui en sera faite.

VI Conclusion Générale

Les peuplements de poissons et de macro crustacés de La Réunion sont échantillonnés dans le cadre du Réseau Piscicole depuis 2000. Le travail présenté ici propose d'établir des valeurs de référence de qualité de ces peuplements sur la base de la période échantillonnée.

Pour cela, 5 paramètres descripteurs des peuplements ont dans un premier temps été choisis : densité en *S. lagocephalus*, densité en *C. acutipinnis*, richesse en espèces de poissons accompagnatrices, densité en macro crustacés, richesse en espèces de macro crustacés. Dans un deuxième temps, des notes de "référence 2000-2007" de ces paramètres ont été définies, de 0 à 3, par découpage de la distribution (box-plot) des séries de données observées.

Les grilles de notation ont été établies pour deux types de rivières (rivières de cirques ou pseudo-cirques et rivières intermédiaire du Nord) et trois zones (aval, intermédiaire et amont). Enfin, une note globale de la qualité des peuplements a été définie comme la somme des notes obtenues pour chaque paramètre.

L'analyse des notes ainsi calculées montre que :

- les paramètres descripteurs proposés sont indépendants et donc complémentaires dans la description de l'état des peuplements,
- la note globale est fortement dépendante de la zone (aval, intermédiaire ou amont). Cela revient à dire que les paramètres influencent différemment la note globale selon la zone de rivière (descripteurs complémentaires),
- l'ordination des résultats des inventaires de la période 2000-2007 montre une très forte variabilité.

Ces résultats nous permettent de conclure sur la fiabilité de la méthode d'interprétation de la qualité des peuplements proposée (interdépendance des descripteurs) et de sa pertinence sur la distribution longitudinale des peuplements (influence de la zone sur l'attribution de la note globale). Le choix de la période 2000-2007 comme période de référence a été effectué en l'absence d'autres données pertinentes. D'autre part, la très forte variabilité observée sur la période 2000-2007 nous conduit aux plus grandes précautions sur la validation dans le temps des valeurs limites pour l'attribution des notes : il devra être envisagé de reconsidérer ultérieurement une autre période de référence si les données semblent plus pertinentes.

Enfin, il apparaît maintenant important de compléter cette première méthode d'interprétation de la qualité des peuplements par :

- la prise en compte des structures en taille (âge) des principales populations (bouches rondes) afin d'expertiser la continuité écologique des cours d'eau au travers de la description de ces peuplements,
- la prise en compte de la qualité du recrutement en post-larves afin de pouvoir éclairer les fortes variations interannuelle observées.

Si le premier point peut en grande partie être traité dans le cadre du Réseau Piscicole, le second repose sur la mise en place du suivi des flux migratoires des espèces diadromes.

Annexe

Construction d'une échelle de qualité des rivières de La Réunion, A.B.
Dufour et J.M. Olivier, 28 mars 2008